

Spec. n.



Veröffentlichungsnummer : 0 571 358 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer : 93890101.4

(51) Int. Cl.⁵ : C22B 5/14, C21B 13/00

(22) Anmeldetag : 17.05.93

(30) Priorität : 22.05.92 AT 1066/92

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
24.11.93 Patentblatt 93/47

(84) Benannte Vertragsstaaten :
DE GB IT LU SE

(71) Anmelder : VOEST-ALPINE
Industrieanlagenbau GmbH
Turmstrasse 44
A-4020 Linz (AT)

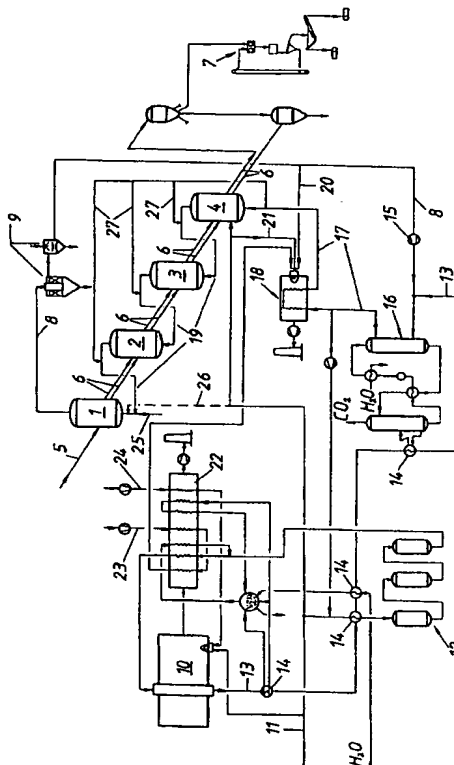
(72) Erfinder : Czermak, Karl, Dipl.-Ing.
Schlossgasse 7
A-4470 Enns (AT)
Erfinder : Millionis, Konstantin, Dipl.-Ing.
A-8413 St. Georgen a/d Steifling 122 (AT)
Erfinder : Schenk, Johannes Leopold,
Dipl.-Ing.
Knabenseminarstrasse 8
A-4040 Linz (AT)
Erfinder : Zeller, Siegfried, Dipl.-Ing.
Anton Oberschneiderweg 24
A-4060 Leonding (AT)

(74) Vertreter : Weinzinger, Arnulf, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte Sonn, Pawloy, Weinzinger &
Wolfram Riemergasse 14
A-1010 Wien (AT)

(54) Verfahren zur Direktreduktion von teilchenförmigem eisenoxidhaltigen Material.

(57) Bei einem Verfahren zur Direktreduktion von teilchenförmigem eisenoxidhaltigen Material im Wirbelschichtverfahren wird reformiertes Gas mit bei der Direktreduktion des eisenoxidhaltigen Materials entstehendem Topgas vermischt und als Reduktionsgas einer Wirbelschicht-Reduktionszone zugeführt.

Zur Senkung des Energiebedarfes und Ausschöpfung des Potentials des Reduktionsgases werden sowohl das Topgas als auch das reformierte Gas einer CO₂-Wäsche unterzogen und wird das durch Mischen von Topgas und reformiertem Gas gebildete Reduktionsgas auf einen H₂-Gehalt in einem Bereich zwischen 45 und 75 %, vorzugsweise zwischen 50 und 65 %, und einen CO-Gehalt in einem Bereich zwischen 10 und 20 % eingestellt.

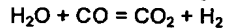


EP 0 571 358 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Direktreduktion von teilchenförmigem eisenoxidhaltigen Material im Wirbelschichtverfahren, wobei reformiertes Gas mit bei der Direktreduktion des eisenoxidhaltigen Materials entstehendem Topgas vermischt und als Reduktionsgas einer Wirbelschicht-Reduktionszone zugeführt wird, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren dieser Art ist aus der US-A - 5,082,251 bekannt. Hierbei wird eisenreiches Feinerz in einem System von in Serie angeordneten Wirbelschichtreaktoren mit Hilfe von Reduktionsgas unter erhöhtem Druck reduziert. Das so erzeugte Eisenpulver wird anschließend einer Heiß- oder Kaltbrikettierung unterworfen.

Das Reduktionsgas wird durch katalytische Reformierung von entschwefeltem und vorgewärmtem Erdgas mit überhitztem Wasserdampf in einem konventionellen Reformierofen erzeugt. Das reformierte Gas wird anschließend auf ca. 425°C in einem Wärmetauscher abgekühlt. Anschließend wird durch CO-Konvertierung mit Hilfe eines Eisenoxid-Katalysators der H₂-Anteil im Reduktionsgas nach folgender Gleichung erhöht:

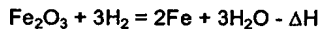


Anschließend wird das dabei entstehende sowie das vom Reformierofen stammende CO₂ in einem CO₂-Wäscher entfernt, so daß sich das Reduktionsgas aus über 90 % H₂, einem sehr geringen Anteil CO sowie CO₂, H₂O, N₂ und CH₄ zusammensetzt.

Dieses Gas wird mit dem nur teilweise verbrauchten Reduktionsgas (Topgas) vermischt, auf 850°C erhitzt und reduziert in drei Stufen (drei Reaktoren) im Gegenstrom das Feinerz.

Der Fluß des Erzes beginnt mit einer Trocknung und einer anschließenden Siebung. Sodann gelangt das Erz in einen Vorwärmereaktor, in dem Erdgas verbrannt wird. In drei folgenden Reaktoren wird das Feinerz unter erhöhtem Druck reduziert.

Bei diesem Verfahren weist das Reduktionsgas einen sehr hohen Anteil an H₂ auf, so daß die Reduktion der Feinerze hier ausschließlich über die Reaktion:



erfolgt, die stark endotherm ist.

Diese stark endotherme Reaktion würde eine wesentliche Temperaturabsenkung in den Reaktoren zur Folge haben. Um dies zu verhindern, ist man bei dem bekannten Verfahren gezwungen, die spezifische Reduktionsgasmenge pro t Eisenschwamm beträchtlich über die thermodynamisch erforderliche Mindestgasmenge zu erhöhen, so daß die Reaktionstemperatur im letzten Reaktor über 700°C liegt.

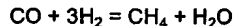
Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, das chemische Potential des Reduktionsgases zur Senkung des Energiebedarfes heranzuziehen. Insbesondere ist die Aufgabe gestellt, die Betriebskosten, insbesondere die Energiekosten, beträchtlich zu reduzieren, beispielsweise um mehr als 30 %.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß sowohl das Topgas als auch das reformierte Gas einer CO₂-Wäsche unterzogen werden und das durch Mischen von Topgas und reformiertem Gas gebildete Reduktionsgas auf einen H₂-Gehalt in einem Bereich zwischen 45 und 75 %, vorzugsweise zwischen 50 und 65 %, und einen CO-Gehalt in einem Bereich zwischen 10 und 20 % eingestellt wird.

Erfindungsgemäß erfolgt die Reduktion des Feinerzes nicht ausschließlich über die oben zum Stand der Technik beschriebene stark endotherme Reaktion mit H₂, sondern zusätzlich über die Reaktion



die exotherm ist. Das sich hierbei bildende CO₂ führt zu keinem Nachteil, da es in einem CO₂-Wäscher, durch den das Topgas durchgeleitet wird, ausgewaschen wird. Die Reaktion von CO mit H₂ nach der Gleichung



ist beim erfindungsgemäßen Verfahren nicht nachteilig, da das Methan nur in einer sehr geringen Konzentration gebildet wird, die keine Nachteile mit sich bringt.

Weiters ist es wesentlich, daß der CO-Gehalt mit 20 % nach oben begrenzt ist. Liegt der CO-Gehalt darüber, kann es zu Schwierigkeiten bei der Anlage kommen; es kann zu einer Zerstörung der dieses Gas leitenden Rohre kommen.

Durch die erfindungsgemäße CO₂-Wäsche des Topgases gemeinsam mit dem reformierten Gas gelingt es, den CO-Gehalt in einfacher Weise zu optimieren, nämlich dahingehend, daß eine Reaktion mit CO stattfindet, also eine Neutralhaltung der Energiebilanz (gegenüber der Reaktion mit H₂, die endotherm ist) möglich ist, jedoch eine Zerstörung der das Gas leitenden Rohre zuverlässig verhindert wird.

Aus der DE-A - 25 26 737 ist ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff bekannt, bei dem jedoch Methan mit Sauerstoff in den Reaktorbehälter eingeleitet wird. Die Reduktionsgaserzeugung findet erst im Inneren des Reaktors, dem über eine separate Leitung einer CO₂-Wäsche unterworfenen Topgas zugeleitet wird, statt. Der CO-Gehalt liegt zwischen 31,6 % in der ersten Reaktionsstufe und 18,3 % in der letzten Reaktionsstufe. Er liegt somit im Durchschnitt weit über dem beanspruchten Maximal-Bereich.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt erfindungsgemäß das Einstellen des H₂- und des CO-Gehaltes im Reduktionsgas durch die Betriebsweise eines Reformers, wobei gegenüber herkömmlichen Re-

former-Betriebsweisen ein reduziertes Dampf/Erdgas-Verhältnis, das vorzugsweise zwischen 2,5 und 3,5 liegt, eingehalten wird. Hierdurch gelingt es, die Temperatur in der Reduktionszone im wesentlichen konstant zu halten.

5 Vorzugsweise wird das Reduktionsgas auf einen CH_4 -Gehalt, der zwischen 8 und 35 % liegt, eingestellt.

Zur Minimierung des Energiebedarfes wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform die Direktreduktion in mehreren in Serie hintereinander geschalteten Wirbelschicht-Reduktionszonen durchgeführt, wobei das Reduktionsgas im Gegenstrom zu dem teilchenförmigen eisenoxidhaltigen Material von Reduktionszone zu Reduktionszone geführt wird und zumindest in der für das Reduktionsgas letzten Wirbelschicht-Reduktionszone einer Teilverbrennung durch Sauerstoffzufuhr unterzogen wird.

10 Um in allen Wirbelschicht-Reduktionszonen eine etwa gleich hohe konstante Temperatur einzustellen, wird vorteilhaft frisch gebildetes Reduktionsgas zum Teil den der in Reduktionsgas-Strömungsrichtung ersten Wirbelschicht-Reduktionszone folgenden einzelnen Wirbelschicht-Reduktionszonen zusätzlich jeweils direkt zugeführt, vorzugsweise in einer Menge von 5 bis 15 %.

15 Gemäß einer bevorzugten Variante wird die Direktreduktion des eisenoxidhaltigen Materials in mehreren in Serie hintereinander geschalteten Wirbelschicht-Reduktionszonen durchgeführt, wobei zur Vorwärmung des eisenoxidhaltigen Materials in der für dieses Material ersten Wirbelschicht ausschließlich aus den nachgeordneten Wirbelschicht-Reduktionszonen rückgeführtes Reduktionsgas verwendet wird. Hierbei wird ausschließlich die fühlbare Wärme des Abgases aus den nachgeordneten Reaktoren ohne Verbrennung eines Gases ausgenutzt. Diese Vorwärmung kann ein- oder mehrstufig stattfinden.

20 Eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens mit mindestens einem Wirbelschichtreaktor zur Aufnahme des eisenoxidhaltigen Materials, einer Reduktionsgas-Zuleitung zu diesem Wirbelschichtreaktor und einer das sich bei der Reduktion bildende Topgas vom Wirbelschichtreaktor abführenden Topgas-Ableitung, mit einem Reformier, einer vom Reformier ausgehenden Reformgasleitung, die mit der Topgasleitung zusammenmündet, wobei das aus reformiertem Gas und Topgas gebildete Reduktionsgas über die Reduktionsgas-Zuleitung in den Wirbelschichtreaktor gelangt, und mit einem CO_2 -Wäscher, ist dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Reformgasleitung als auch die Topgas-Ableitung in den CO_2 -Wäscher münden und die Reduktionsgas-Zuleitung vom CO_2 -Wäscher zum Wirbelschichtreaktor führt.

25 Eine weitere Minimierung des Energiebedarfes läßt sich nach einer bevorzugten Ausführungsform dadurch erzielen, daß eine Mehrzahl von Wirbelschichtreaktoren hintereinander in Serie geschaltet sind, wobei das eisenoxidhaltige Material von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Förderleitungen in einer Richtung und das Reduktionsgas von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Verbindungsleitungen in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und wobei zumindest in den in Reduktionsgas-Strömungsrichtung letztgeordneten Wirbelschichtreaktor zusätzlich zu der das aus dem vorgeordneten Wirbelschichtreaktor austretende Reduktionsgas zuführenden Leitung eine Sauerstoff-Zuführungsleitung und gegebenenfalls eine Erdgas-Zuführungsleitung münden.

30 Eine Konstanzhaltung der Temperaturen in sämtlichen Wirbelschichtreaktoren in gleicher Höhe wird nach einer weiteren Ausführungsform dadurch erzielt, daß eine Mehrzahl von Wirbelschichtreaktoren hintereinander in Serie geschaltet sind, wobei das eisenoxidhaltige Material von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Förderleitungen in einer Richtung und das Reduktionsgas von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Verbindungsleitungen in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und wobei die Wirbelschichtreaktoren hinsichtlich der Reduktionsgasführung neben der Serienschaltung in bezug auf eine zusätzliche Reduktionsgaszuleitung in Parallelschaltung angeordnet sind.

35 Die Erfindung ist nachfolgend anhand der Zeichnung, die ein Verfahrensschema nach einer bevorzugten Ausführungsform zeigt, näher erläutert.

40 Die erfindungsgemäße Anlage weist vier in Serie hintereinander geschaltete Wirbelschichtreaktoren 1 bis 4 auf, wobei eisenoxidhaltiges Material, wie Feinerz, über eine Erzzuleitung 5 dem ersten Wirbelschichtreaktor 1 und von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor über Förderleitungen 6 geleitet und das fertig reduzierte Material (Eisenschwamm) in einer Brikettieranlage 7 heiß- oder kaltbrikettiert wird. Erforderlichenfalls wird das reduzierte Eisen vor Reoxidation während der Brikettierung durch ein nicht dargestelltes Inertgas-System geschützt.

50 Vor Einleitung des Feinerzes in den ersten Wirbelschichtreaktor wird es einer Erzvorbereitung, wie einer Trocknung und einem Sieben, unterzogen, die nicht näher dargestellt ist.

Reduktionsgas wird im Gegenstrom zum Erzdurchfluß von Wirbelschichtreaktor 4 zu Wirbelschichtreaktor 3 bis 1 geführt und als Topgas über eine Topgas-Ableitung 8 aus dem in Gasströmungsrichtung letzten Wirbelschichtreaktor 1 abgeleitet und in einem Naßwäscher 9 gekühlt und gewaschen. Die Herstellung des Reduktionsgases erfolgt durch Reformieren von über die Leitung 11 zugeführtem und in einer Entschwefelungsanlage 12 entschwefeltem Erdgas in einem Reformier 10. Das aus Erdgas und Dampf gebildete reformierte Gas besteht im wesentlichen aus H_2 , CO , CH_4 , H_2O und CO_2 . Dieses reformierte Gas wird über die Reform-

gasleitung 13 mehreren Wärmetauschern 14 zugeleitet, in denen es auf Umgebungstemperatur abgekühlt wird, wodurch Wasser aus dem Gas auskondensiert wird.

Die Reformgasleitung 13 mündet in die Topgas-Ableitung 8, nachdem das Topgas mittels eines Kompressors 15 verdichtet wurde. Das so sich bildende Mischgas wird durch einen CO₂- Wäscher 16 hindurchgeschickt und von CO₂ befreit, und es steht nunmehr als Reduktionsgas zur Verfügung. Dieses Reduktionsgas wird über die Reduktionsgas-Zuleitung 17 in einem dem CO₂- Wäscher 16 nachgeordneten Gaserhitzer 18 auf eine Reduktionsgas-Temperatur von etwa 800°C erhitzt und dem in Gas-Durchflußrichtung ersten Wirbelschichtreaktor 4 zugeführt, wo es mit den Feinerzen zur Erzeugung von direkt reduziertem Eisen reagiert. Die Wirbelschichtreaktoren 4 bis 1 sind in Serie geschaltet; das Reduktionsgas gelangt über die Verbindungsleitungen 19 von Wirbelschichtreaktor zu Wirbelschichtreaktor.

Ein Teil des Topgases wird aus dem Gas-Kreislauf 8, 17, 19 ausgeschleust, um eine Anreicherung von Inertgasen, wie N₂, zu vermeiden. Das ausgeschleuste Topgas wird über eine Zweigleitung 20 dem Gaserhitzer 18 zur Erwärmung des Reduktionsgases zugeführt und dort verbrannt. Eventuell fehlende Energie wird durch Erdgas, welches über die Zuleitung 21 zugeführt wird, ergänzt.

Die fühlbare Wärme des aus dem Reformer 10 austretenden reformierten Gases sowie der Reformerrrauchgase wird in einem Rekuperator 22 genutzt, um das Erdgas nach Durchlauf durch die Entschwefelungsanlage 12 vorzuwärmen, den für die Reformierung benötigten Dampf zu erzeugen sowie die dem Gaserhitzer über die Leitung zugeführte Verbrennungsluft sowie gegebenenfalls auch das Reduktionsgas vorzuwärmen. Die dem Reformer über die Leitung 24 zugeführte Verbrennungsluft wird ebenfalls vorgewärmt.

Um eine Temperaturabsenkung im in Erzdurchlaufrichtung ersten Wirbelschichtreaktor 1 zu vermeiden, kann es vorteilhaft sein, einen Teil des aus dem zweiten Wirbelschichtreaktor 2 austretenden Reduktionsgases im ersten Wirbelschichtreaktor zu verbrennen, zu welchem Zweck in den ersten Wirbelschichtreaktor eine Sauerstoff-Zuführungsleitung 25 und gegebenenfalls eine Erdgas-Zuführungsleitung 26 münden.

Um in sämtlichen Wirbelschichtreaktoren 1 bis 4 die Reaktionstemperatur auf gleicher Höhe konstant zu halten und hierdurch eine weitere Senkung des Energiebedarfes zu erzielen, wird heißes und frisches Reduktionsgas den Wirbelschichtreaktoren 1 bis 3, die dem in Reduktionsgas-Strömungsrichtung ersten Wirbelschichtreaktor 4 nachgeordnet sind, über Zweigleitungen 27 direkt zugeführt, u.zw. in einer Menge von etwa 10 % je Wirbelschichtreaktor 1, 2 und 3. Die Wirbelschichtreaktoren 1 bis 4 sind somit hinsichtlich der Reduktionsgasführung nicht nur in Serie, sondern, was die Zuführung eines geringen Teiles des Reduktionsgases betrifft, auch parallel geschaltet, wogegen die Wirbelschichtreaktoren 1 bis 4, was die Ab- bzw. Weiterleitung des Reduktionsgases betrifft, beim dargestellten Ausführungsbeispiel ausschließlich in Serie geschaltet sind.

Durch Verwendung von vier Wirbelschichtreaktoren 1 bis 4 zur Durchführung der Direktreduktion (unter Vermeidung eines Vorwärmreaktors) kommt es gegenüber dem Stand der Technik zu einer weiteren Senkung des Energiebedarfes und zu einer Minimierung von Staubverlusten.

Beispiel:

In einer der Zeichnung entsprechenden Anlage mit einer stündlichen Leistung von 70 t/h heißbrikettiertem Eisen wurden 100 t/h Feinerz, 12.200 Nm³/h Erdgas mit 43.300 Nm³/h Dampf zu 76.600 Nm³/h reformiertem Gas umgesetzt. Die Reformierungstemperatur betrug 830°C, der Druck 18,5 bar. Die für die Unterfeuerung des Reformers benötigte Erdgasmenge betrug 6.200 Nm³/h.

Die Analyse der betreffenden Gase und des Feinerzes lautete:

Erdgas [%]		Reformiertes Gas [%]	Feinerz [%]
CH ₄	83,4	2,30	Fe ₂ O ₃ 93,94
C _n H _m	8,6	--	Gangart 1,84
CO ₂	8,0	10,70	Rest: Glühverluste
CO	--	12,90	
H ₂	--	68,90	
O ₂	--	--	
N ₂	--	2,00	
H ₂ S	20 ppm	--	
H ₂ O	--	3,20	

Das kalte reformierte Gas, 50.000 Nm³/h, wurde mit 145.000 Nm³/h rückgeführtem Topgas gemischt und in die CO₂-Wäsche geführt, wo es vom CO₂ befreit wurde. Das Gas, 182.000 Nm³/h, hatte folgende Analyse:

	[%]	bevorzugte Bereiche [%]	
		min.	max.
CH ₄	16,29	8,00	- 35,00
CO ₂	0,10	0,10	- 3,50
CO	9,23	8,00	- 35,00
H ₂	57,92	45,00	- 75,00
H ₂ O	1,52	1,50	- 5,00
N ₂	14,94	5,00	- 35,00

Dieses Gas wurde in einem Gaserhitzer auf 800°C vorgewärmt. Dafür wurden ca. 5.500 Nm³/h Topgas und 4.600 Nm³/h Erdgas verbraucht.

Die Analyse des Topgases lautete:

	[%]
CH ₄	17,00
CO ₂	4,40
CO	4,90
H ₂	39,90
H ₂ O	18,90
N ₂	14,90

Das heißbrikettierte Eisen wies einen Metallisierungsgrad (Fe_{met}/Fe_{ges}) von 92 % auf.

Patentansprüche

- Verfahren zur Direktreduktion von teilchenförmigem eisenoxidhaltigen Material im Wirbelschichtverfahren, wobei reformiertes Gas mit bei der Direktreduktion des eisenoxidhaltigen Materials entstehendem

- Topgas vermischt und als Reduktionsgas einer Wirbelschicht-Reduktionszone zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl das Topgas als auch das reformierte Gas einer CO₂-Wäsche unterzogen werden und das durch Mischen von Topgas und reformiertem Gas gebildete Reduktionsgas auf einen H₂-Gehalt in einem Bereich zwischen 45 und 75 %, vorzugsweise zwischen 50 und 65 %, und einen CO-Gehalt in einem Bereich zwischen 10 und 20 % eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Einstellen des H₂- und des CO-Gehaltes im Reduktionsgas durch die Betriebsweise eines Reformers (10) erfolgt, wobei gegenüber herkömmlichen Reformer-Betriebsweisen ein reduziertes Dampf/Erdgas-Verhältnis, das vorzugsweise zwischen 2,5 und 3,5 liegt, eingehalten wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Reduktionsgas auf einen CH₄-Gehalt, der zwischen 8 und 35 % liegt, eingestellt wird.
 4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Direktreduktion in mehreren in Serie hintereinander geschalteten Wirbelschicht-Reduktionszonen durchgeführt wird, wobei das Reduktionsgas im Gegenstrom zu dem teilchenförmigen eisenoxidhaltigen Material von Reduktionszone zu Reduktionszone geführt wird und zumindest in der für das Reduktionsgas letzten Wirbelschicht-Reduktionszone einer Teilverbrennung durch Sauerstoffzufuhr unterzogen wird.
 5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß frisch gebildetes Reduktionsgas zum Teil den der in Reduktionsgas-Strömungsrichtung ersten Wirbelschicht-Reduktionszone folgenden einzelnen Wirbelschicht-Reduktionszonen zusätzlich jeweils direkt zugeführt wird, vorzugsweise in einer Menge von 5 bis 15 %.
 6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Direktreduktion von eisenoxidhaltigem Material in mehreren in Serie hintereinander geschalteten Wirbelschicht-Reduktionszonen durchgeführt wird, wobei zur Vorwärmung des eisenoxidhaltigen Materials in der für das Material ersten Wirbelschicht ausschließlich aus den nachgeordneten Wirbelschicht-Reduktionszonen rückgeführtes Reduktionsgas verwendet wird.
 7. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, mit mindestens einem Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) zur Aufnahme des eisenoxidhaltigen Materials, einer Reduktionsgas-Zuleitung (17) zu diesem Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) und einer das sich bei der Reduktion bildende Topgas vom Wirbelschichtreaktor (1) abführenden Topgas-Ableitung (8), mit einem Reformer (10), einer vom Reformer (10) ausgehenden Reformgasleitung (13), die mit der Topgasleitung (8) zusammenmündet, wobei das aus reformiertem Gas und Topgas gebildete Reduktionsgas über die Reduktionsgas-Zuleitung (17) in den Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) gelangt, und mit einem CO₂-Wäscher (16), dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Reformgasleitung (13) als auch die Topgas-Ableitung (8) in den CO₂-Wäscher (16) münden und die Reduktionsgas-Zuleitung (17) vom CO₂-Wäscher (16) zum Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) führt.
 8. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Wirbelschichtreaktoren (1 bis 4) hintereinander in Serie geschaltet sind, wobei das eisenoxidhaltige Material von Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) zu Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) über Förderleitungen (6) in einer Richtung und das Reduktionsgas von Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) zu Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) über Verbindungsleitungen (19) in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und wobei zumindest in den in Reduktionsgas-Strömungsrichtung letztgeordneten Wirbelschichtreaktor (1) zusätzlich zu der das aus dem vorgeordneten Wirbelschichtreaktor austretende Reduktionsgas zuführenden Leitung (19) eine Sauerstoff-Zuführungsleitung (25) und gegebenenfalls eine Erdgas-Zuführungsleitung (26) münden.
 9. Anlage nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Wirbelschichtreaktoren (1 bis 4) hintereinander in Serie geschaltet sind, wobei das eisenoxidhaltige Material von Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) zu Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) über Förderleitungen (6) in einer Richtung und das Reduktionsgas von Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) zu Wirbelschichtreaktor (1 bis 4) über Verbindungsleitungen (19) in die entgegengesetzte Richtung geführt ist, und wobei die Wirbelschichtreaktoren (1 bis 3) hinsichtlich der Reduktionsgasführung neben der Serienschaltung in bezug auf eine zusätzliche Reduktionsgaszuleitung in Parallelschaltung angeordnet sind.

EP 0 571 358 A1

- 10.** Anlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß vier Wirbelschicht-Reaktoren hintereinander in Serie geschaltet vorgesehen sind.

5

10

15

20

25

30

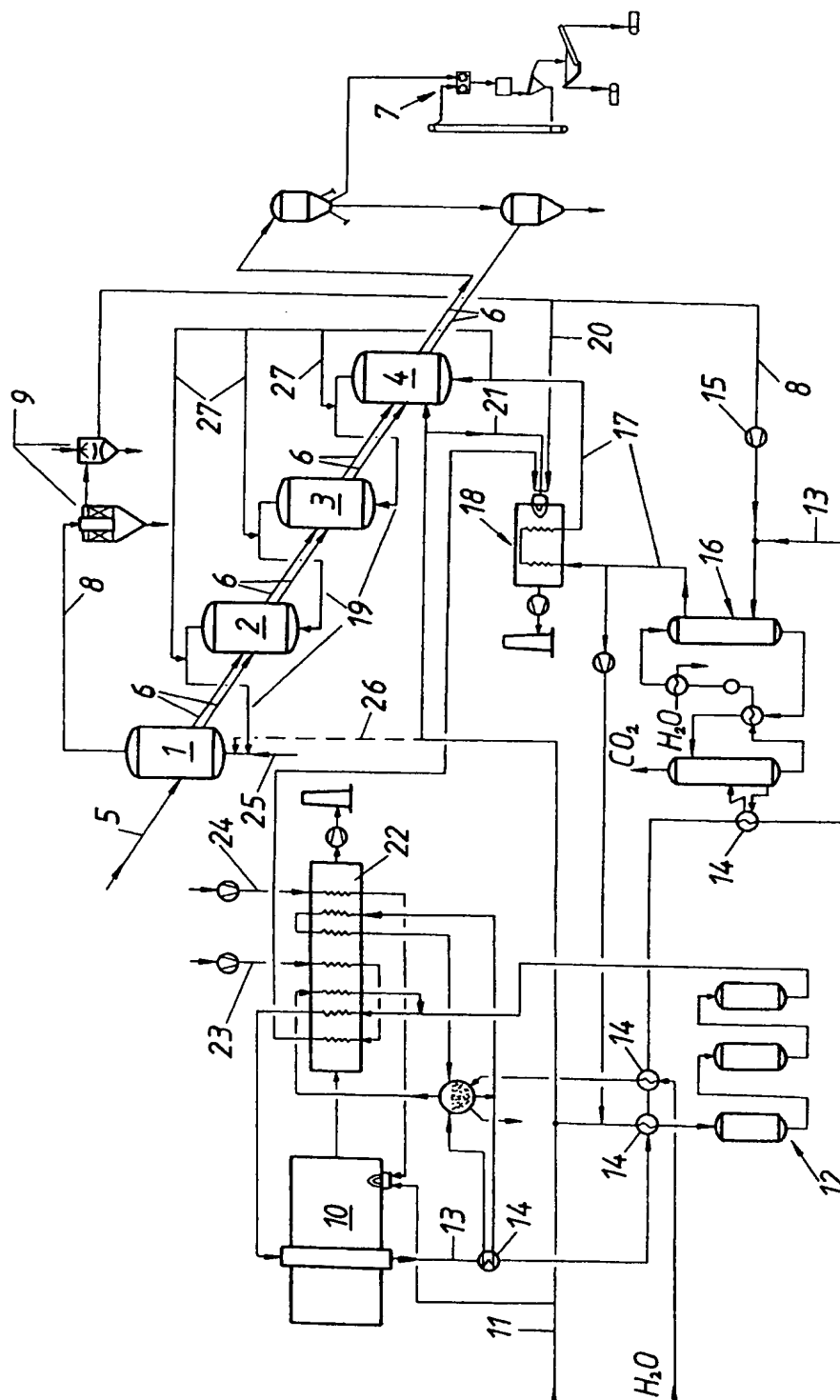
35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 89 0101

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A, D	DE-A-2 526 737 (CENTRO SPERIMENTALE METALLURGICO) * Anspruch *	1	C22B5/14 C21B13/00
A	DE-A-2 911 692 (METALLGESELLSCHAFT) * Anspruch 1 *	1	
A	US-A-3 193 378 (N.P. PEET) * Anspruch 1 *	1	
A, D	US-A-5 082 251 (R.H. WHIPP) * Abbildung 1 *	7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			C22B C21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschließdatum der Recherche 30 JULI 1993	
		Prüfer SUTOR W.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		* Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 (3.12.1990)



Direct redn. process for particulate iron oxide contg. material - using fluidised bed process with mixt. of reformed gas and top gas adjusted to specific hydrogen and carbon monoxide content

Patent Assignee: BRIFER INT LTD; DEUT VOEST-ALPINE IND ANL GMBH; VOEST ALPINE IND ANLAGEN GMBH; VOEST-ALPINE IND ANL GMBH; VOEST-ALPINE IND ANLAGENBAU GMBH; BRAIFER INT LTD

Inventors: CZERMAK K; MILIONIS K; SCHENK J; WHIPP R H; ZELLER S; SCHENK J L

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
EP 571358	A1	19931124	EP 93890101	A	19930517	199347	B
BR 9302014	A	19931130	BR 932014	A	19930520	199401	
AU 9338594	A	19931125	AU 9338594	A	19930514	199403	
CA 2096805	A	19931123	CA 2096805	A	19930521	199407	
JP 6081019	A	19940322	JP 93121197	A	19930524	199416	
ZA 9303453	A	19940831	ZA 933453	A	19930518	199435	
US 5439504	A	19950808	US 9361306	A	19930513	199537	
			US 94336390	A	19941109		
AU 669518	B	19960613	AU 9338594	A	19930514	199631	
AT 9201066	A	19970215	AT 921066	A	19920522	199713	
AT 402937	B	19970815	AT 921066	A	19920522	199738	
RU 2078143	C1	19970427	RU 935022	A	19930521	199746	
JP 2768888	B2	19980625	JP 93121197	A	19930524	199830	
KR 9608723	B1	19960629	KR 938751	A	19930521	199920	
CA 2096805	C	19990302	CA 2096805	A	19930521	199927	
EP 571358	B1	19990630	EP 93890101	A	19930517	199930	
DE 59309667	G	19990805	DE 509667	A	19930517	199937	
			EP 93890101	A	19930517		

Priority Applications (Number Kind Date): AT 921066 A (19920522)

Cited Patents: 02 52673700; 02 91169200; 03 19337800; 5082251

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
EP 571358	A1	G	8	C22B-005/14	
Designated States (Regional): DE GB IT LU SE					
JP 6081019	A		7	C21B-013/00	
ZA 9303453	A		20	C21B-000/00	
US 5439504	A		6	C22B-005/14	Cont of application US 9361306
AU 669518	B			C21B-013/14	Previous Publ. patent AU 9338594

AT 402937	B			C21B-013/00	Previous Publ. patent AT 9201066
RU 2078143	C1		8	C21B-013/00	
JP 2768888	B2		8	C21B-013/00	Previous Publ. patent JP 6081019
EP 571358	B1	G		C22B-005/14	
Designated States (Regional): DE GB IT LU SE					
DE 59309667	G			C22B-005/14	Based on patent EP 571358
BR 9302014	A			C01G-049/02	
AU 9338594	A			C21B-013/14	
CA 2096805	A			C21B-013/00	
AT 9201066	A			C21B-013/00	
KR 9608723	B1			C21B-013/00	
CA 2096805	C			C21B-013/00	

Abstract:

EP 571358 A

Direct redn. of particulate iron oxide contg. material by fluidised bed process, whereby reformed gas is mixed with top gas produced by direct redn. of the material and passed as redn. gas to a fluid bed redn. zone. The top gas and the reformed gas are given a CO₂ wash and the redn. gas mixt. is adjusted for an H₂ content of 45 to 75% (pref. 50 to 65%) and a CO content of 10 to 20%.

Adjustment of the H₂ and CO content in the reduction gas is pref. obt'd. through the operating mode of a reformer, whereby a reduced steam/natural gas ratio compared to conventional methods, pref. lying between 2.5 and 3.5, is maintained. The direct redn. is obt'd. in several successive fluid bed redn. zones in series, with the redn. gas passed in counter flow the particulate material from zone to zone and partially combusted in at least the last redn. zone by addn. of O₂.

USE/ADVANTAGE - Provides an improved direct redn. process for particulate iron oxide contg. material, giving substantial savings in energy costs and effective utilisation of the chemical potential of the redn. gas.

Dwg.0/1

US 5439504 A

In a direct redn. process for reducing particulate Fe oxide contg. material in a fluidised bed, top gas formed during redn. is scrubbed and compressed before mixing with reformed natural gas contg. H₂, SO, CH₄, H₂O, CO₂ and N₂. The gas mixture is scrubbed to remove CO₂ and is used to provide reducing gas after heating. The reducing gas mixture is passed through serially arranged fluid bed redn. zones. The resulting partially consumed reducing gas is recycled as top gas to heat the Fe oxide contg. material.

ADVANTAGE - Substantial saving in energy costs.

(Dwg.0/1)

Derwent World Patents Index

© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 9677174